電気回路I及び演習

9. 直列並列共振、電力の複素数表示

学習目標

- 直列回路及び並列回路における共振現象の概要を理解する
- 複素電力を用いた有効電力、無効電力、皮相電力の算出法を理解する

Quiz

RLC直列回路のインピーダンス図

$$\dot{Z} = \dot{Z}_R + \dot{Z}_L + \dot{Z}_C = R + j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right) \ldots (4.76)$$

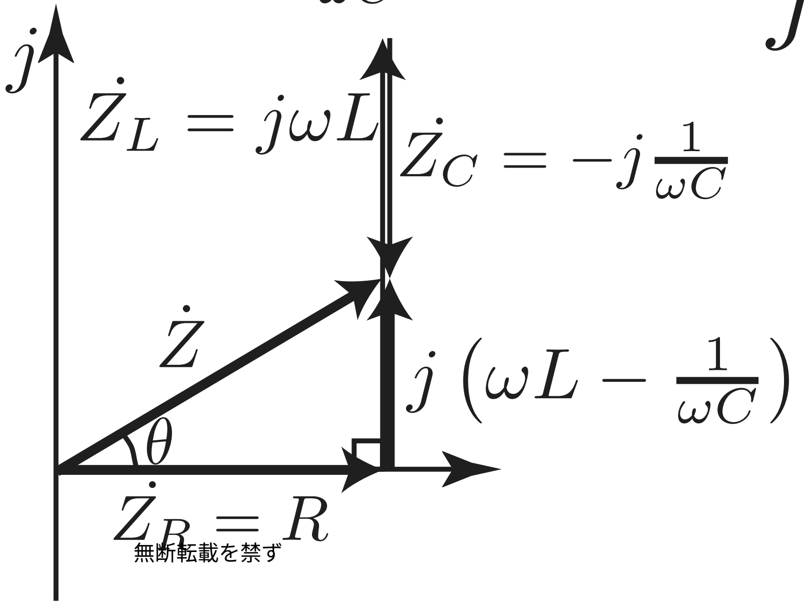
$$= |\dot{Z}|e^{j\theta} = |\dot{Z}|\angle\theta \ldots$$

$$大きさ\ |\dot{Z}| = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

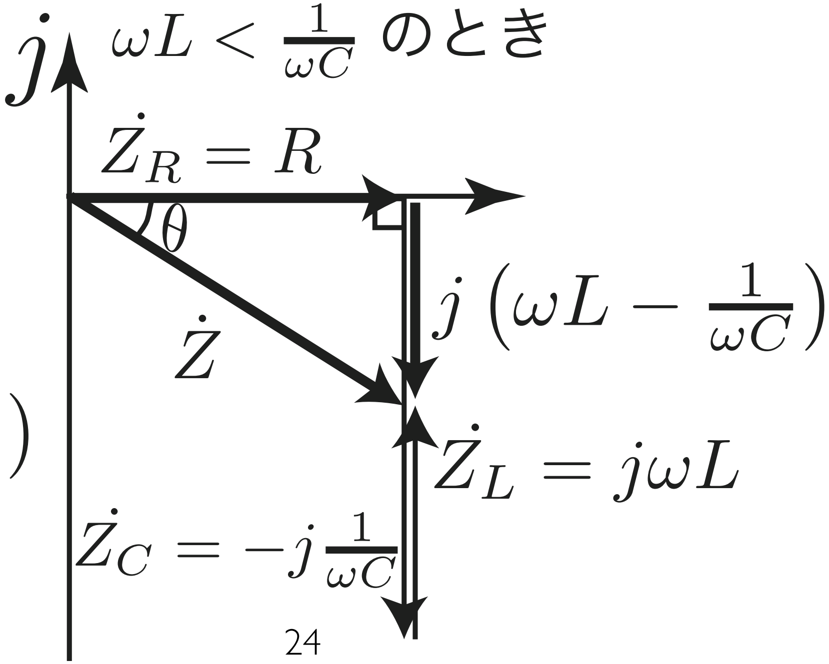
$$偏角\theta = \tan^{-1}\frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R} \ldots (4.77)$$

ある周波数 ω_0 で $\omega_0 L = \frac{1}{\omega_0 C}$
インピーダンス $\dot{Z}$ は?

$\omega L > \frac{1}{\omega C}$ のとき



$\omega L < \frac{1}{\omega C}$ のとき



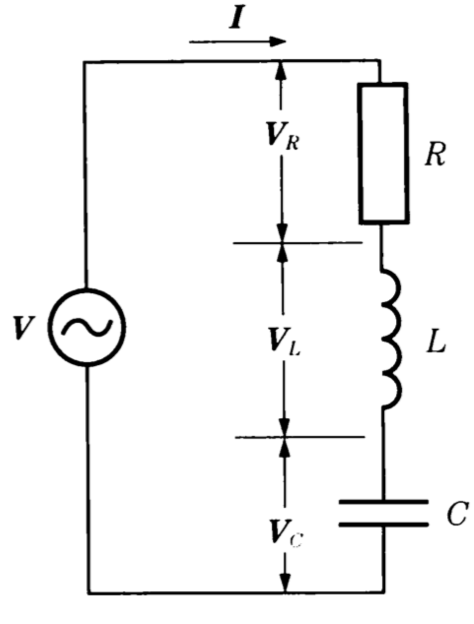
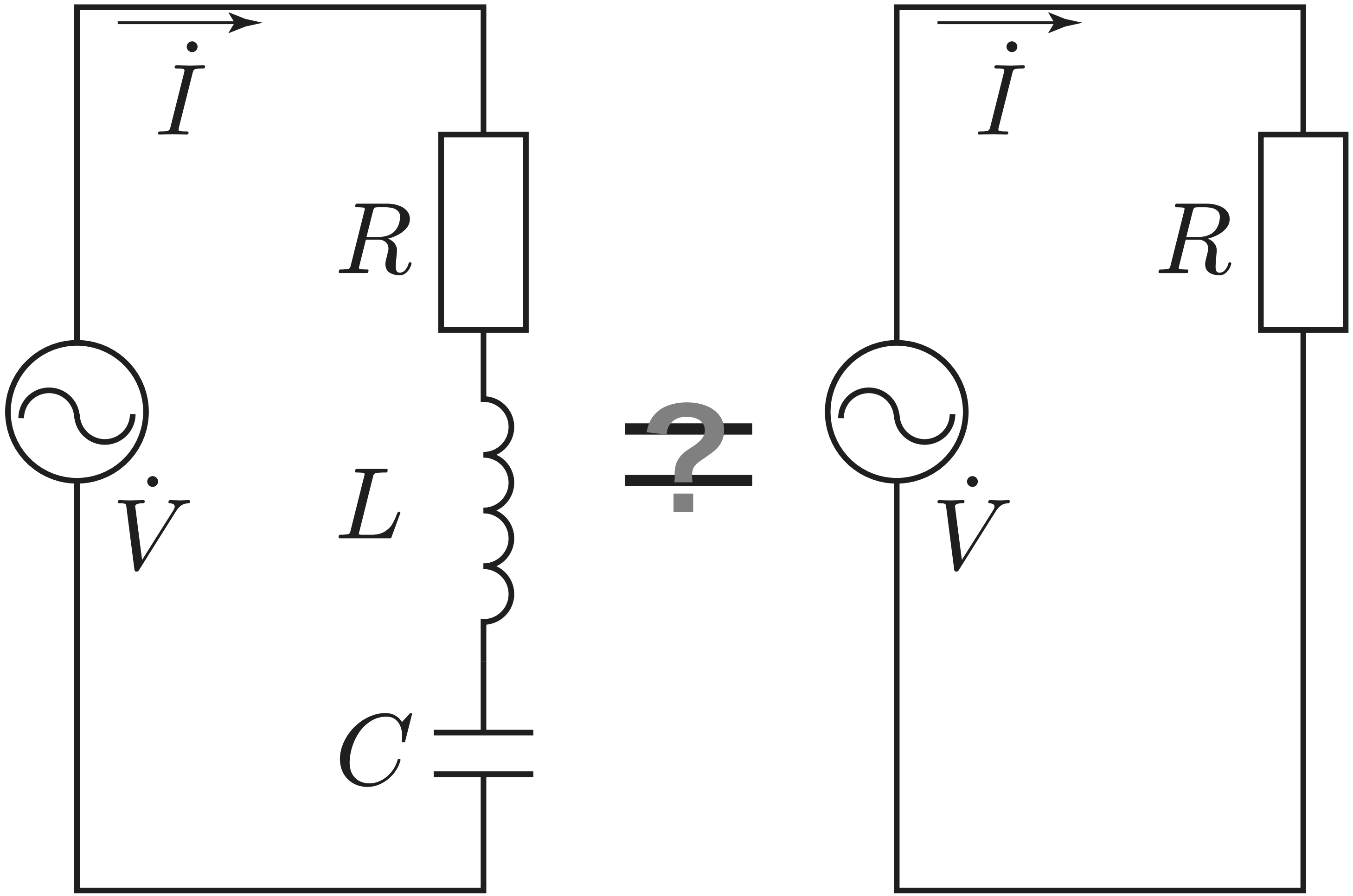


図 4.17

Source: ポイントで学ぶ電気回路, 三浦光著

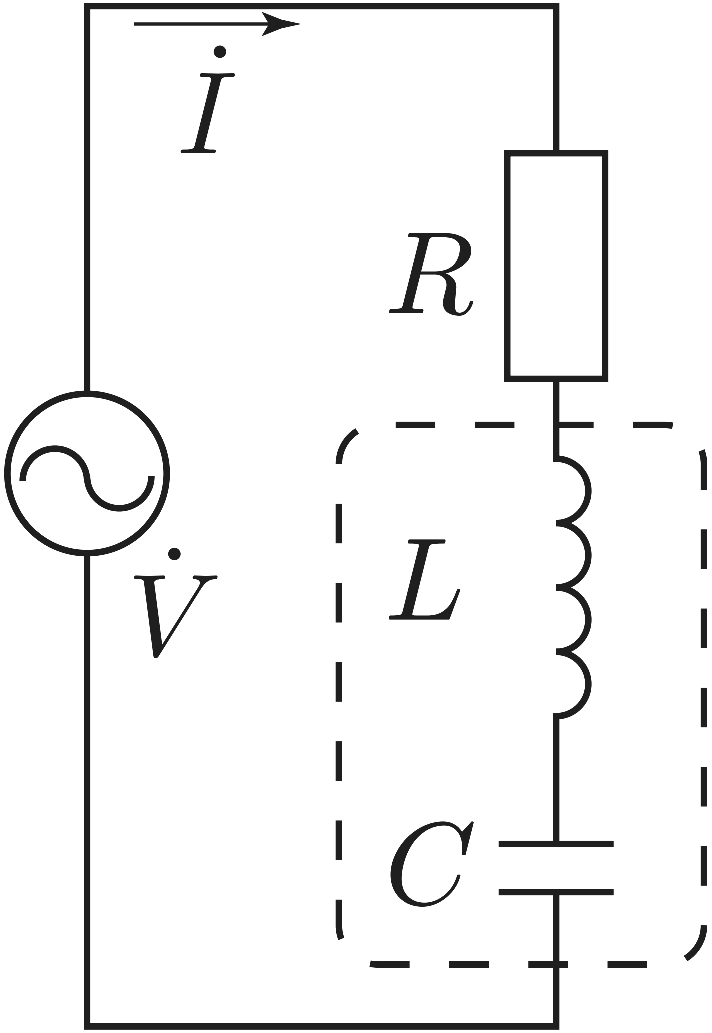
数式通りL,Cは無視できるか？

$\omega_0 L = \frac{1}{\omega_0 C}$ となる ω_0



$$j\omega L = \frac{1}{j\omega C} \implies \dot{Z} = R$$

L, Cで別の現象が発生する



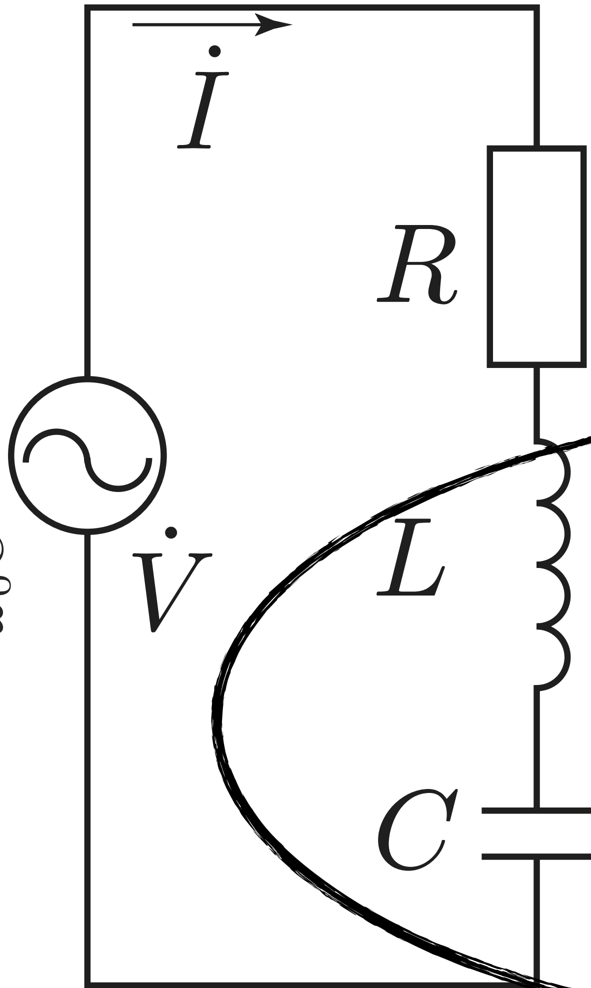
$\omega_0 L = \frac{1}{\omega_0 C}$ となる ω_0

ある周波数 ω_0 で $\omega_0 L = \frac{1}{\omega_0 C}$

インピーダンス $\dot{Z} = R$

LとCの直列共振

$\omega_0 L = \frac{1}{\omega_0 C}$ となる ω_0



$$\dot{V}_{R0} = |\dot{V}|$$

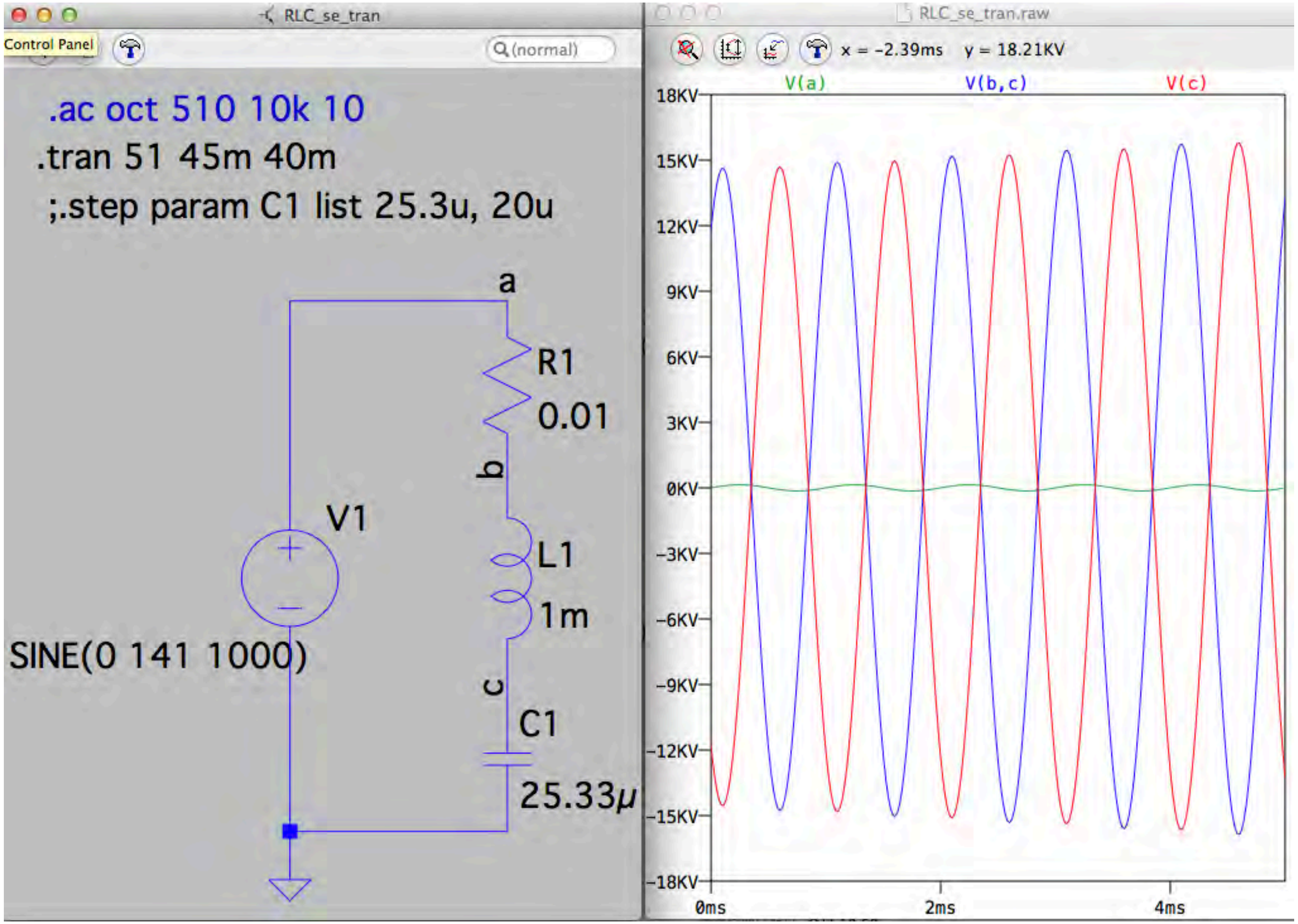
$$\dot{V}_{L0} = jQ_0|\dot{V}|$$

$$\dot{V}_{C0} = -jQ_0|\dot{V}|$$

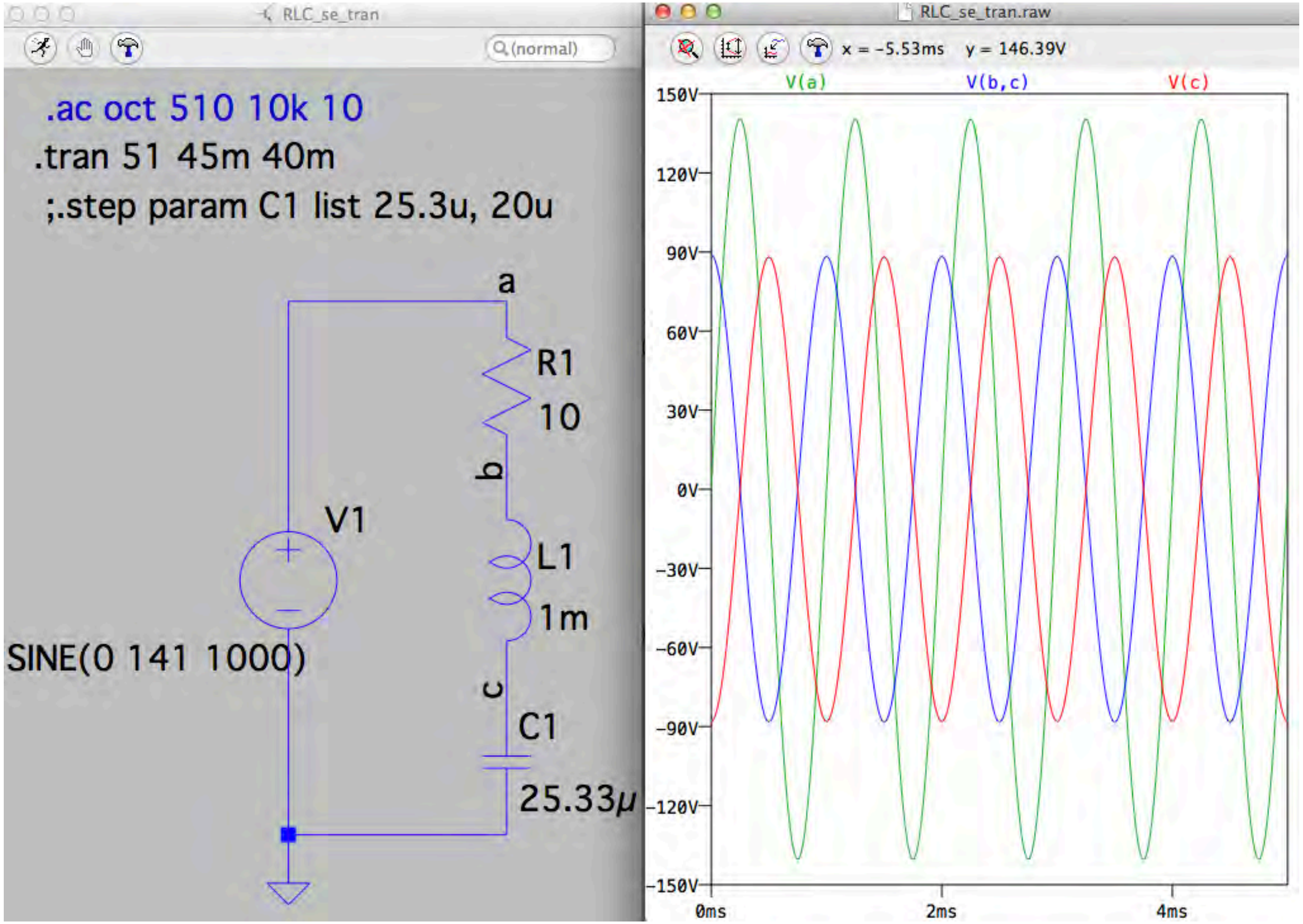
Q_0 : 尖鋭度 (共振の鋭さ: 後で説明)

常に打ち消し合う

$1kHz$で共振(抵抗が小さい=Q_oが大きい場合)



$1kHz$で共振(抵抗が大きい=Q_oが小さい場合)



直列共振 (p.107)

リアクタンス $X = 0$ となる状態を直列共振と呼び、この時の角周波数および周波数を共振角周波数 ω_0、共振周波数 f_0 と表わす。

$$X = \omega_0 L - \frac{1}{\omega_0 C} = 0 \ldots (4.78)$$

より

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}, f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \ldots (4.79)$$

周波数特性と共振の関係(p107)

インピーダンス $\dot{Z}$ は $\dot{Z} = R$ で最小となり偏角は $\theta = 0$ になる。
従って電圧 $\dot{V}$ と電流 $\dot{I}$ は同相になり、電流の大きさ $|\dot{I}|$ は

$$|\dot{I}| = \frac{|\dot{V}|}{|\dot{Z}|} = \frac{|\dot{V}|}{\sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}} \ldots (4.80)$$

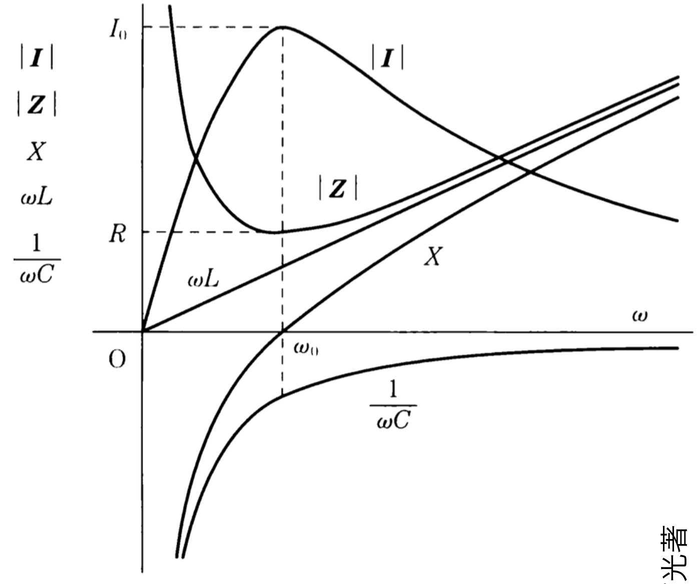


図 4.19

より共振時には最大値となり共振電流と呼ぶ。

$$共振電流\ I_0 = \frac{|\dot{V}|}{R}$$

共振電流 I_0 は L および C にも流れるため R, L, C にかかる電圧 $\dot{V}_{R0}, \dot{V}_{L0}, \dot{V}_{C0}$ は

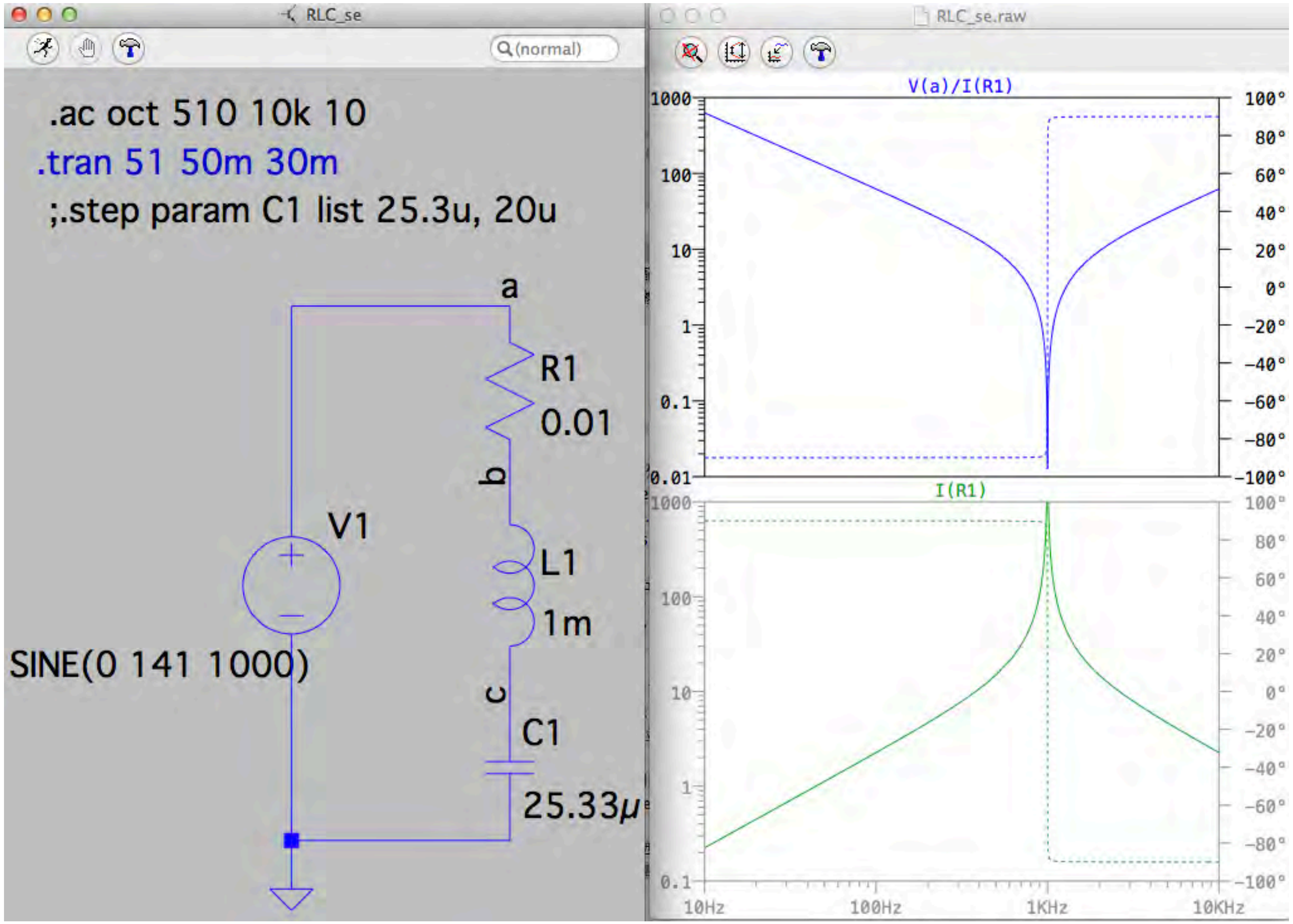
$$\dot{V}_{R0} = |\dot{V}| = I_0 R = R\frac{|\dot{V}|}{R} = |\dot{V}| \ldots (4.91)$$

$$\dot{V}_{L0} = j\omega_0 L I_0 = j\frac{\omega_0 L}{R}|\dot{V}| \ldots (4.92)$$

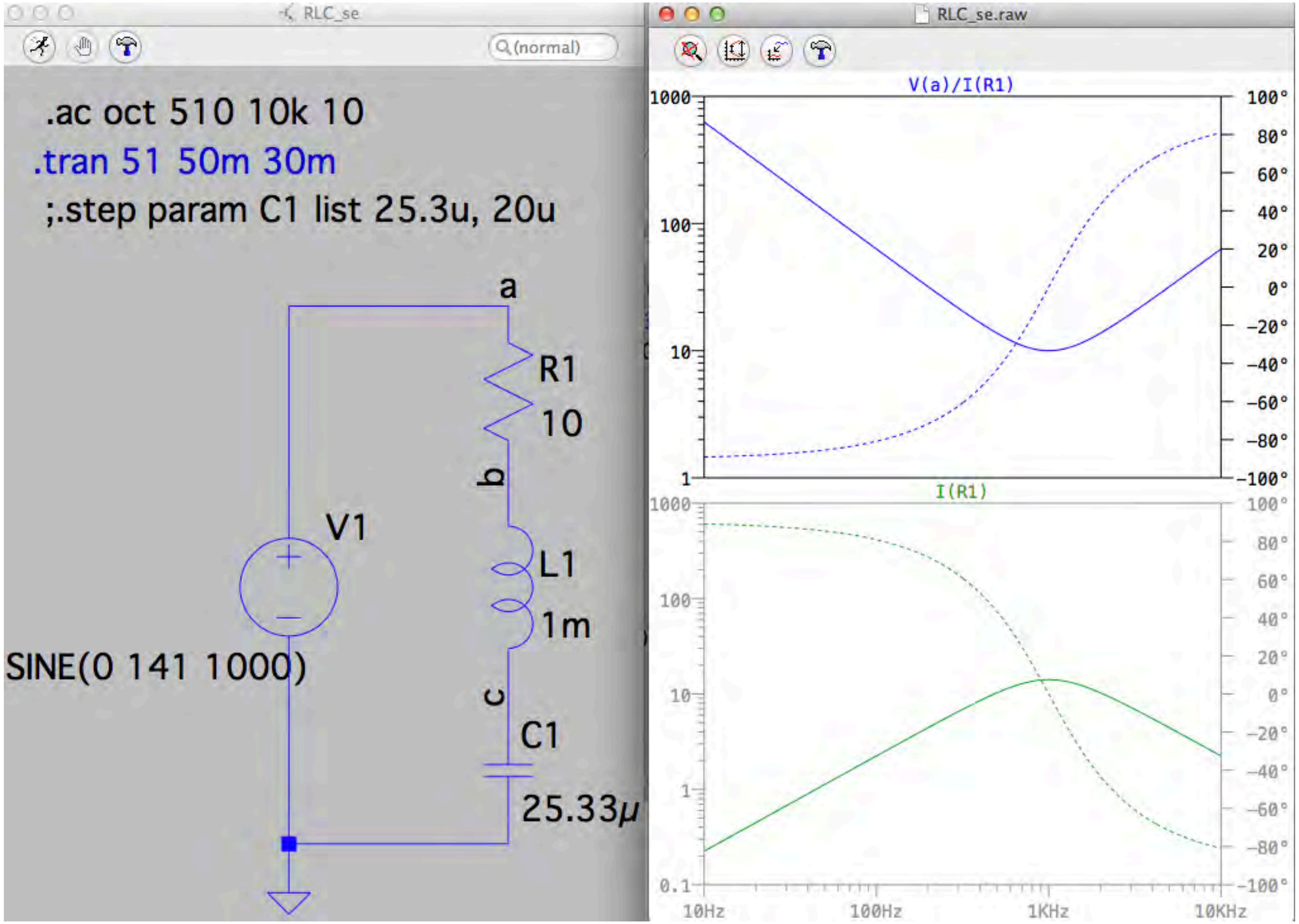
$$\dot{V}_{C0} = \frac{I_0}{j\omega_0 C} = -j\frac{1}{\omega_0 CR}|\dot{V}| \ldots (4.93)$$

Source: ポイントで学ぶ電気回路, 三浦光著

尖鋭度が高い場合の周波数特性



尖鋭度が低い場合の周波数特性



共振周波数前後での周波数特性

$\omega L < \frac{1}{\omega C}$ ⋮ $\omega L > \frac{1}{\omega C}$

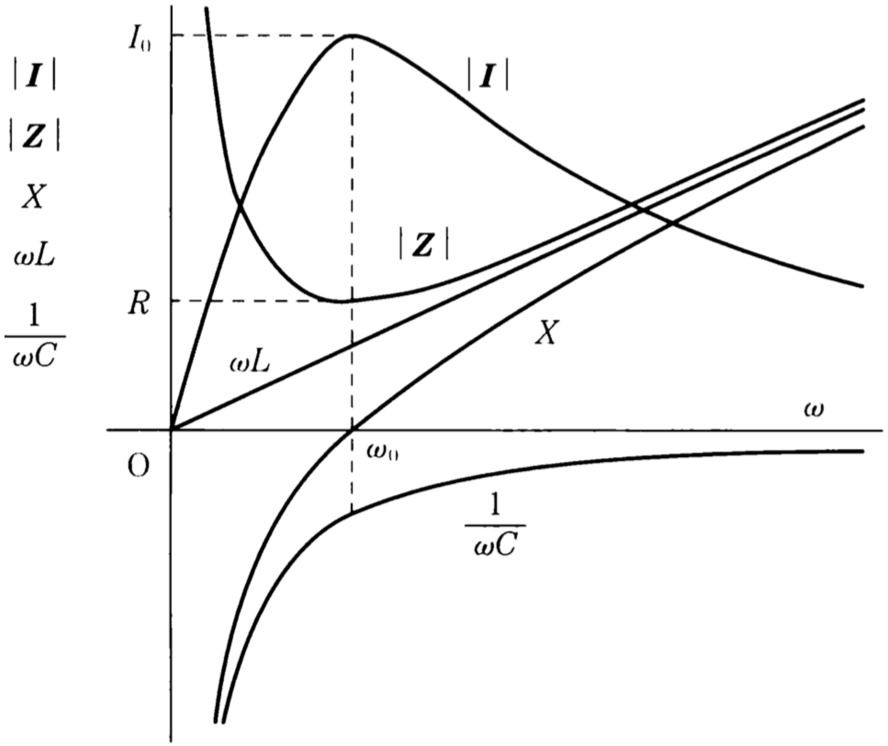


図 4.19

Source: ポイントで学ぶ電気回路, 三浦光著

$\omega L < \frac{1}{\omega C}$ ⋮ $\omega L > \frac{1}{\omega C}$ 　 $\omega L < \frac{1}{\omega C}$ ⋮ $\omega L > \frac{1}{\omega C}$

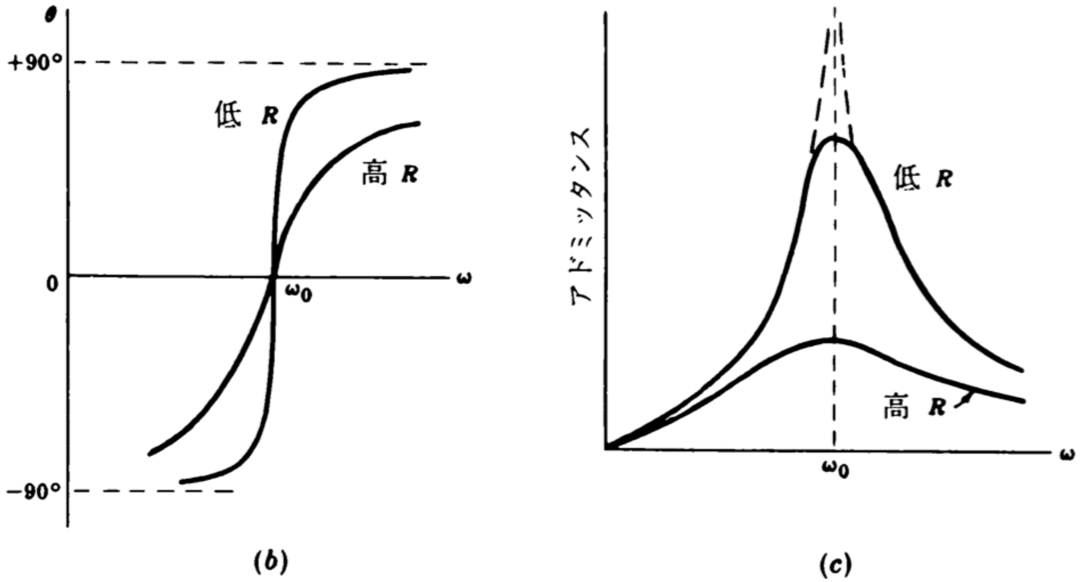


図 8 - 2　ω に対する直列回路の Z, θ　Y

Source: マグロウヒル大学演習 電気回路, J. A. Edminister

直列共振の尖鋭度(p.108)

$$\dot{V_{R0}} = |\dot{V}| = I_0 R \qquad (1)$$

$$\dot{V_{L0}} = j\omega_0 L I_0 = j\frac{\omega_0 L}{R}|\dot{V}| \qquad (2)$$

$$\dot{V_{C0}} = \frac{I_0}{j\omega_0 C} = -j\frac{1}{\omega_0 CR}|\dot{V}| \qquad (3)$$

ここで $\omega_0 L = \frac{1}{\omega_0 C}$ より、共振の鋭さを示す尖鋭度を定義する。

$$\text{尖鋭度}\, Q_0 = \frac{\omega_0 L}{R} = \frac{1}{\omega_0 CR} \ldots (4.83)$$

また、式 (2), (3) より

$$\dot{V_{R0}} = |\dot{V}| = I_0 R \ldots (4.91)$$

$$\dot{V_{L0}} = j\frac{\omega_0 L}{R}|\dot{V}| = jQ_0|\dot{V}| \ldots (4.92)$$

$$\dot{V_{C0}} = -j\frac{1}{\omega_0 CR}|\dot{V}| = -jQ_0|\dot{V}| \ldots (4.93)$$

となり Q_0 は下式からも求まる。

$$\text{尖鋭度}\, Q_0 = \frac{|\dot{V_{C0}}|}{|\dot{V}|} = \frac{|\dot{V_{L0}}|}{|\dot{V}|}$$

尖鋭度が1より大きいと
共振により電源電圧以上の電圧がL, Cに発生する

直列共振と電力の周波数特性(p.108)

共振時に抵抗 R で消費される電力は $|\dot{I}|^2 R$ となる。共振周波数の前後での電力特性を考える。ここで共振していない状態の電流の大きさ $|\dot{I}|$ と I_0 の比を考えると、

$$\frac{|\dot{I}|}{I_0} = \frac{\frac{|\dot{V}|}{|\dot{Z}|}}{\frac{|\dot{V}|}{R}} = \frac{R}{|\dot{Z}|} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}} \ldots (4.81)$$

$$= \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{1}{R}\right)^2 \left(\omega L - \frac{\omega_0^2 L}{\omega}\right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{1}{R}\right)^2 \left[\omega_0 L \left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right)\right]^2}}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{\omega_0 L}{R}\right)^2 \left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right)^2}} \ldots (4.82)$$

$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ より $C = \frac{1}{\omega_0^2 L}$

$$= \frac{1}{\sqrt{1 + Q_0^2 \left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right)^2}} \ldots (4.84)$$

直列共振と電力の周波数特性2(p.108)

電力が1/2になる状態を考えると、$|\dot{I}|^2 R = \frac{I_0^2}{2} R = \left(\frac{I_0}{\sqrt{2}}\right)^2 R \ldots (4.85)$

となる。よって式(4.84)との関係より

$$\frac{|\dot{I}|}{I_0} = \frac{1}{\sqrt{1 + Q_0^2\left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \ldots (4.86)$$

が成り立つのは分母が等しいときなので

$$Q_0^2\left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right)^2 = 1 \ldots (4.87)$$

となる。この結果より

$$\frac{\omega_1}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega_1} = -\frac{1}{Q_0}, \frac{\omega_2}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega_2} = \frac{1}{Q_0} \ldots (4.88)$$

$(\omega_1 < \omega_0$のとき$)(\omega_2 < \omega_0$のとき$)$

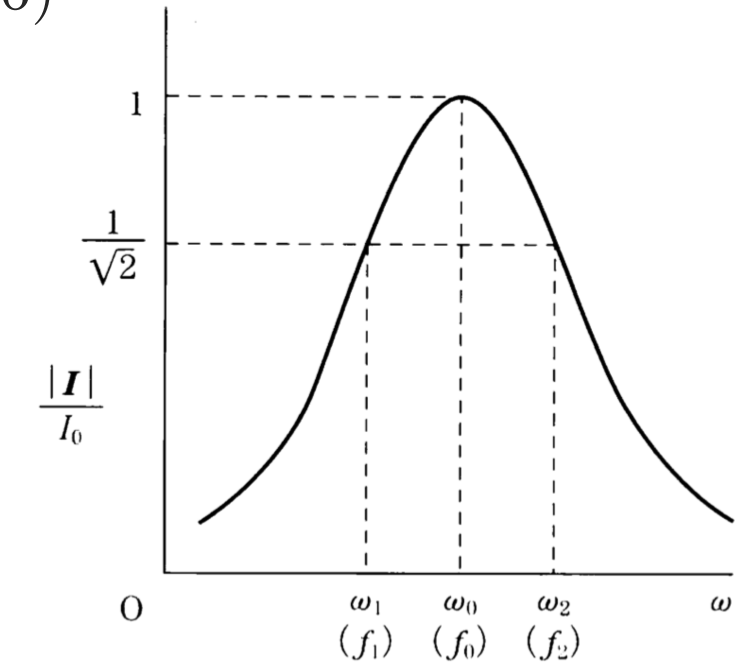


図 4.20

Source: ポイントで学ぶ電気回路, 三浦光著

ω₁, ω₂を半電力周波数とも呼ぶ

式 (4.88) の 2 式より式 (4.89)(4.90) が求まる (証明は課題で)

$$\omega_1\omega_2 = \omega_0^2 \ldots (4.89)$$

$$Q_0 = \frac{\omega_0}{\omega_2 - \omega_1} = \frac{f_0}{f_2 - f_1} = \frac{f_0}{\Delta f} \ldots (4.90)$$

尖鋭度 Q_0 は上式以外にも様々な式から求まる

$$Q_0 = \frac{\omega_0 L}{R} = \frac{1}{\omega_0 CR} = \frac{|\dot{V}_{C0}|}{|\dot{V}|} = \frac{|\dot{V}_{L0}|}{|\dot{V}|} \ldots (4.83)$$

$\omega_0 = \dfrac{1}{\sqrt{LC}}$ と式 (4.83) より

$$Q_0 = \frac{\omega_0 L}{R} = \frac{L}{R}\frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}} \ldots (4.94)$$

例題 4.5 (p.111)

RLC 直列回路において $R = 10[\Omega], L = 0.3[H], C = 0.5[\mu F]$ であり、これに実効値 $10[V]$ の電圧を加えた。回路に流れる電流が最大になる時の周波数 (共振周波数) f_0、最大電流 (共振電流) I_0、尖鋭度 Q_0、この時の R, L, C の端子電圧 $\dot{V}_{R0}, \dot{V}_{L0}, \dot{V}_{C0}$ を求めよ

例題 4.5 (p.111)の出題意図

RLC 直列回路において $R = 10[\Omega], L = 0.3[H], C = 0.5[\mu F]$ であり、これに実効値 $10[V]$ の電圧を加えた。回路に流れる電流が最大になる時の周波数 (共振周波数) f_0、最大電流 (共振電流) I_0、尖鋭度 Q_0、この時の R, L, C の端子電圧 $\dot{V}_{R0}, \dot{V}_{L0}, \dot{V}_{C0}$ を求めよ

実効値 $10[V]$ の電圧 → 複素電圧**V**=10.0∠0°

電流が最大になる時の周波数 (共振周波数) f_0 → LとCから共振周波数を求める(式(4.79))

最大電流 (共振電流) I_0 → I_0=|**V**|/R

尖鋭度 Q_0 → 式(4.83)

端子電圧 $\dot{V}_{R0}, \dot{V}_{L0}, \dot{V}_{C0}$ → 式(4.91)~(4.93)

例題 4.5 解答例

RLC 直列回路で電流が最大となるのは共振時のため、

$$\text{共振周波数 } f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{0.3 \times 0.5 \times 10^{-6}}} = 411[Hz]$$

$$\text{共振電流 } I_0 = \frac{|\dot{V}|}{R} = \frac{10}{10} = 1[A]$$

$$\text{尖鋭度 } Q_0 = \frac{\omega_0 L}{R} = \frac{2\pi \times 411 \times 0.3}{10} = 77.5$$

$Q_0 = 77.5$ より

$$\dot{V}_{R0} = |\dot{V}| = 10[V]$$

$$\dot{V}_{L0} = jQ_0|\dot{V}| = j775[V]$$

$$\dot{V}_{C0} = -jQ_0|\dot{V}| = -j775[V]$$

4.6.2 並列共振 (p.111)

4.6.2 RLC並列回路(p112)

図 4.21 の回路の合成アドミタンス $\dot{Y}$ は

$$\dot{Y} = \dot{Y}_R + \dot{Y}_L + \dot{Y}_C = \frac{1}{R} + j\left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right) \ldots (4.95)$$

また、複素空間でのベクトルとして扱えるので

$$\dot{Y} = |\dot{Y}|e^{j\theta} = |\dot{Y}|\angle\theta \ldots$$

大きさ $|\dot{Y}| = \sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right)^2}$

偏角$\theta = \tan^{-1}\frac{\omega C - \frac{1}{\omega L}}{\frac{1}{R}} \ldots (4.77)$

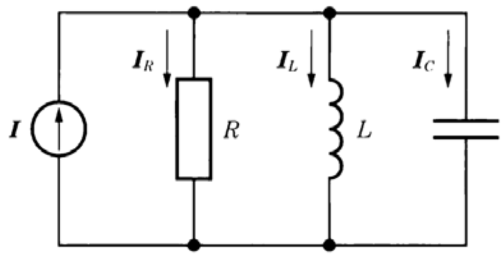


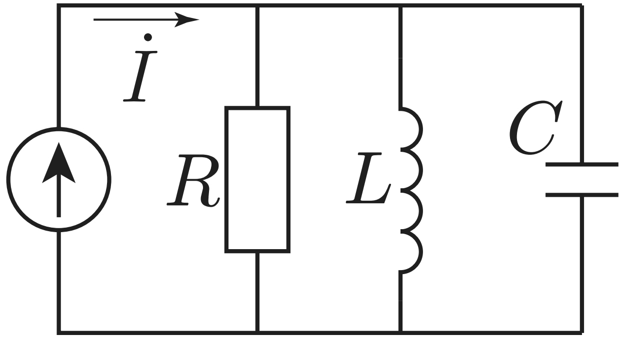
図 4.21

Source: ポイントで学ぶ電気回路, 三浦光著

あとは $\dot{I} = \dot{Y}\dot{V}$ の関係を用いて計算する。

並列共振(p111)

直列共振のリアクタンス同様に、アドミタンス $\dot{Y} = G + jB$(G:コンダクタンス、B サセプタンス) としたとき $B = 0$ となる状態を並列共振と呼び、この時の角周波数および周波数を共振角周波数 ω_0、共振周波数 f_0 と表わす。



$$B = \omega_0 C - \frac{1}{\omega_0 L} = 0 \ldots (4.97)$$

より

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}, f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \ldots (4.98)$$

このとき、アドミタンスは $\dot{Y} = \frac{1}{R}$、偏角 $\theta = 0^\circ$ で最小になり $\dot{V} = \frac{\dot{I}}{\dot{Y}}$ より、並列共振時に電圧は最大値 (共振電圧)V_0 かつ電流と同相となる。

$$V_0 = R|\dot{I}| \ldots (4.99)$$

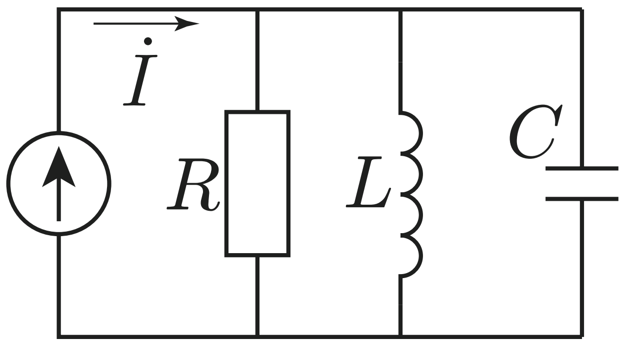
並列共振で各素子に流れる電流(p113)

共振電圧 V_0 は L, C にもかかるので、共振時に R, L, C を流れる電流 $\dot{I}_{R0}, \dot{I}_{L0}, \dot{I}_{C0}$ は

$$\dot{I}_{R0} = \frac{V_0}{R} \ldots (4.104)$$

$$\dot{I}_{L0} = \frac{V_0}{j\omega_0 L} = \frac{R}{j\omega_0 L}|\dot{I}| = -jQ_0|\dot{I}| \ldots (4.105)$$

$$\dot{I}_{C0} = j\omega_0 C V_0 = j\omega_0 CR|\dot{I}| = jQ_0|\dot{I}| \ldots (4.106)$$



但し、並列共振における尖鋭度 Q_0 は

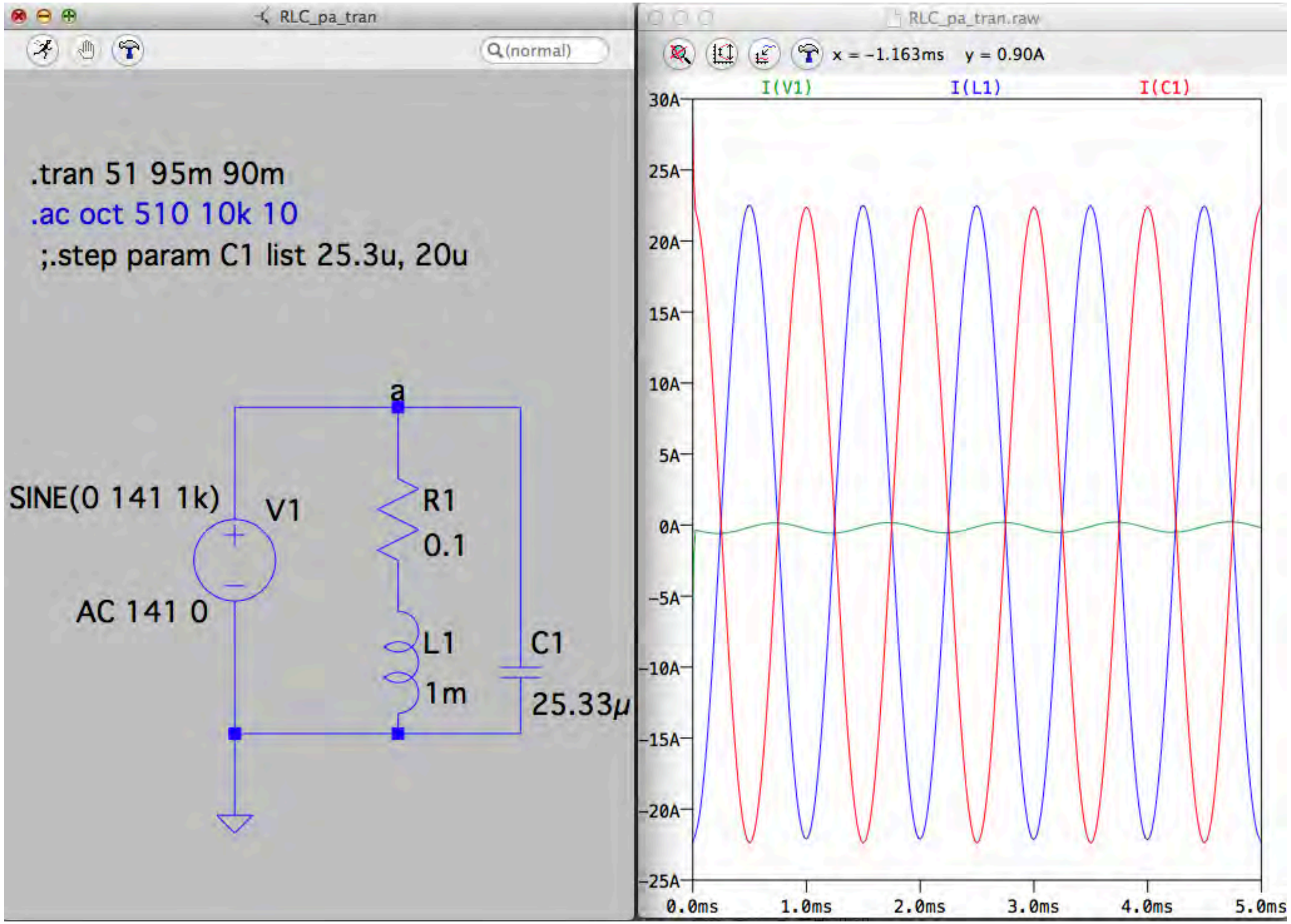
$$Q_0 = \omega_0 CR = \frac{R}{\omega_0 L} \ldots (4.101)$$

$$= \frac{1}{\sqrt{LC}} CR = R\sqrt{\frac{C}{L}} \ldots (4.107)$$

$$= \frac{|\dot{I}_{C0}|}{|\dot{I}|} = \frac{|\dot{I}_{L0}|}{|\dot{V}|}$$

であり、L, C にはは回路全体に流した電流 $\dot{I}$ より大きい電流が流れる場合があるが互いに打ち消し合う。

並列共振の例(R_1はL_1の内部抵抗)



並列共振での周波数特性・尖鋭度(p113)

共振していない状態の電圧 $\dot{V}$ と共振電圧 V_0 の大きさの比を求めると、

$$\frac{|\dot{V}|}{V_0} = \frac{\frac{1}{R}}{\sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right)^2}} \ldots (4.100)$$

$$= \frac{1}{\sqrt{1 + (\omega_0 CR)^2 \left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + Q_0^2 \left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right)^2}} \ldots (4.102)$$

となり、式 (4.102) より式 (4.87)(4.88) と同様に半電力周波数と尖鋭度 Q_0 の関係として

$$\omega_1 \omega_2 = \omega_0^2 \ldots (4.89)$$

$$Q_0 = \frac{\omega_0}{\omega_2 - \omega_1} = \frac{f_0}{f_2 - f_1} = \frac{f_0}{\Delta f} \ldots (4.103)$$

が求まる。

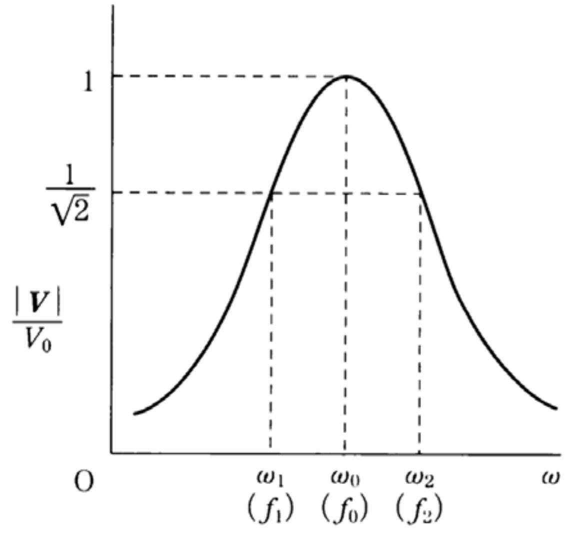


図 4.22

Source: ポイントで学ぶ電気回路, 三浦光著

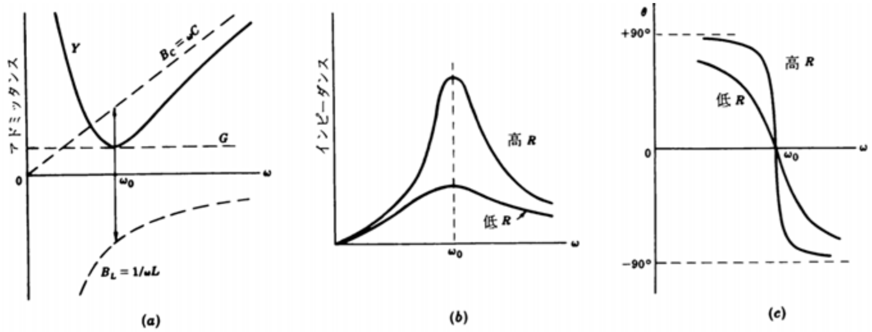
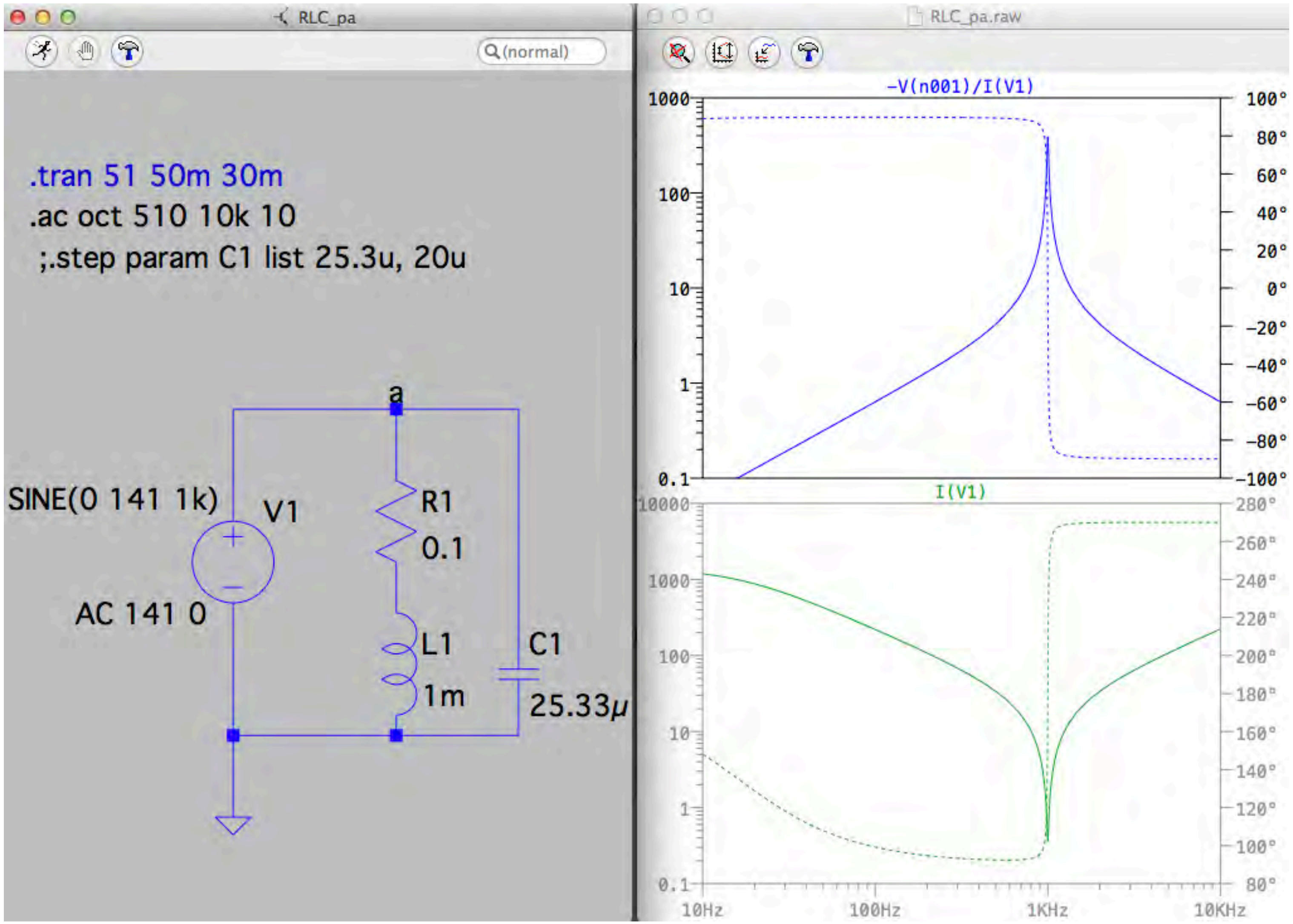


図 8-4　ω に対する並列回路の Y, Z, θ

Source: マグロウヒル大学演習 電気回路, J. A. Edminister

並列共振では共振時に インピーダンスが最大になる



例題4.6 (p.114)

R, L, C 並列回路において $R = 10[k\Omega], L = 0.3[H], C = 0.5[\mu F]$ であり、これに実効値 $10[mA]$ の正弦波電流を流した。回路の端子電圧が最大になる時の周波数 (並列共振周波数) f_0, 最大電圧 (共振電圧) V_0、尖鋭度 Q_0、共振時の R, L, C に流れる電流 $\dot{I}_{R0}, \dot{I}_{L0}, \dot{I}_{C0}$ を求めよ。

例題4.6の出題意図

R, L, C 並列回路において $R = 10[k\Omega], L = 0.3[H], C = 0.5[\mu F]$ であり、これに実効値 $10[mA]$ の正弦波電流を流した。回路の端子電圧が最大になる時の周波数 (並列共振周波数) f_0, 最大電圧 (共振電圧) V_0、尖鋭度 Q_0、共振時の R, L, C に流れる電流 $\dot{I}_{R0}, \dot{I}_{L0}, \dot{I}_{C0}$ を求めよ。

複素電流 $\dot{I}$=0.01∠0°

LとCから共振周波数を求める(式(4.79))

$V_0=R|\dot{I}|$

式(4.101)

式(4.104)~(4.106)

例題 4.6 解答例

RLC 並列回路で電圧が最大となるのは共振時のため、

$$共振周波数\ f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{0.3 \times 0.5 \times 10^{-6}}} = 411[Hz]$$

$$共振電圧\ V_0 = |\dot{I}|R = 10 \times 10^{-3} \times 10 \times 10^{3} = 100[V]$$

$$尖鋭度\ Q_0 = \omega_0 CR = 2\pi \times 411 \times 0.5 \times 10^{-6} \times 10 \times 10^{3} = 12.9$$

$Q_0 = 12.9$ より

$$\dot{I}_{R0} = |\dot{I}| = 10[mA]$$

$$\dot{I}_{L0} = -jQ_0|\dot{I}| = -j129[mA]$$

$$\dot{I}_{C0} = jQ_0|\dot{I}| = j129[mA]$$

4.7 電力の複素数表示(p.114)

複素電圧において初期位相を ψ とすると

$$\dot{V} = Ve^{j\psi}$$

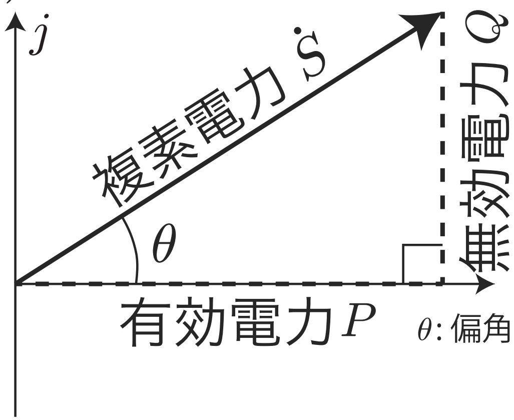
となる。また、複素電圧と複素電流との位相差を θ とすれば複素電流は

$$\dot{I} = Ie^{j(\psi+\theta)}$$

となる。皮相電力 S は電圧と電流の積であるが、$\dot{V}\dot{I}$ とすると $VIe^{j(2\psi+\theta)}$ のように初期位相が残ってしまうので、電圧と電流の何れかを共役として計算する。

(a) 電圧の共役複素数を用いる場合 (ポイントで学ぶ電気回路の方法)

$$\text{複素電力}\dot{S} = \bar{\dot{V}}\dot{I} = Ve^{-j\psi}Ie^{j(\psi+\theta)}$$
$$= VIe^{j\theta} = VI\cos\theta + jVI\sin\theta \ldots (4.108)$$
$$= P + jQ \ldots (4.109)$$



(b) 電流の共役複素数を用いる場合 (マグロウヒルの方法)

$$\text{複素電力}\dot{S} = \dot{V}\bar{\dot{I}} = Ve^{j\psi}Ie^{-j(\psi+\theta)}$$
$$= VIe^{-j\theta} = VI\cos\theta - jVI\sin\theta \ldots (4.110)$$
$$= P - jQ$$

但し有効電力:P、無効電力:Q、皮相電力:$S = |\dot{S}|$ ※ポイントで学ぶ電気回路の表記法 ($\dot{P}, P, P_Q, P_S$) はあまり用いられない

	$\dot{S}$ の虚部が負	$\dot{S}$ の虚部が正	インピーダンスの偏角
(a)	無効電力は誘導性	無効電力は容量性	正負が逆
(b)	無効電力は容量性	無効電力は誘導性	正負が一致

$\bar{\dot{V}}\dot{I} = P + jQ, \dot{V}\bar{\dot{I}} = P - jQ$ より、

$$P = \frac{1}{2}(\bar{\dot{V}}\dot{I} + \dot{V}\bar{\dot{I}}) \ldots (4.111)$$

となり、偏角を用いずに複素電圧、複素電流から有効電力を求めることもできる。

電圧の共役を取る場合

$\dot{V} = \dot{Z}\dot{I}, \bar{\dot{V}} = \bar{\dot{Z}}\bar{\dot{I}}$ 及びインピーダンス $\dot{Z} = R \pm jX$ と式 (4.109) より

$$\begin{aligned}
\dot{S} &= \bar{\dot{V}}\dot{I} = \bar{\dot{Z}}\bar{\dot{I}}\dot{I} \\
&= \bar{\dot{Z}}|\dot{I}|^2 \ldots (4.112) \\
&= (R \mp jX)|\dot{I}|^2 \\
&= R|\dot{I}|^2 \mp jX|\dot{I}|^2 \ldots (4.113)
\end{aligned}$$

$$P = R|\dot{I}|^2 \ldots (4.114)$$

$$Q = X|\dot{I}|^2 \ldots (4.115)$$

虚部の正負(偏角の正負)が
インピーダンスのそれに対して反転する

電流の共役を取る場合

$\dot{I} = \frac{\dot{V}}{\dot{Z}}, \bar{\dot{I}} = \frac{\bar{\dot{V}}}{\bar{\dot{Z}}}$ 及びインピーダンス $\dot{Z} = R \pm jX$ と $\dot{S} = P - jQ$ より

$$\begin{aligned}
\dot{S} &= \dot{V}\bar{\dot{I}} = \dot{V}\frac{\bar{\dot{V}}}{\bar{\dot{Z}}} = |\dot{V}|^2\frac{\dot{Z}}{|\dot{Z}|^2} \\
&= \left|\frac{\dot{V}}{\dot{Z}}\right|^2 \dot{Z} = \dot{Z}|\dot{I}|^2 \\
&= (R \pm jX)|\dot{I}|^2 \\
&= R|\dot{I}|^2 \pm jX|\dot{I}|^2
\end{aligned}$$

$$P = R|\dot{I}|^2$$

$$Q = X|\dot{I}|^2$$

P, Q で見るのは大きさのみ

例題4.7 (p.116)

ある回路に複素電圧 $\dot{V} = 100 + j50[V]$ を加えたところ、複素電流 $\dot{I} = 3 + j4[A]$ が流れた。回路のインピーダンス $\dot{Z}$、アドミタンス $\dot{Y}$、および有効電力 P、無効電力 Q、皮相電力 S を求めよ。

例題4.7の出題意図

ある回路に複素電圧 $\dot{V} = 100 + j50[V]$ を加えたところ、

複素電流 $\dot{I} = 3 + j4[A]$ が流れた。回路のインピーダンス

$\dot{Z}$、アドミタンス $\dot{Y}$、および有効電力 P、無効電力 Q、

電圧電流を極座標形式に変換　　複素電力を求める

皮相電力 S を求めよ。

S=|**S**|

例題4.7 解答例

複素電圧、複素電流を極座標形式に変換すると、

$$\dot{V} = 100 + j50 = 112\angle 26.6^\circ [V]$$

$$\dot{I} = 3 + j4 = 5\angle 53.1^\circ [A]$$

となるのでインピーダンス $\dot{Z}$ とアドミタンス $\dot{Y}$ は

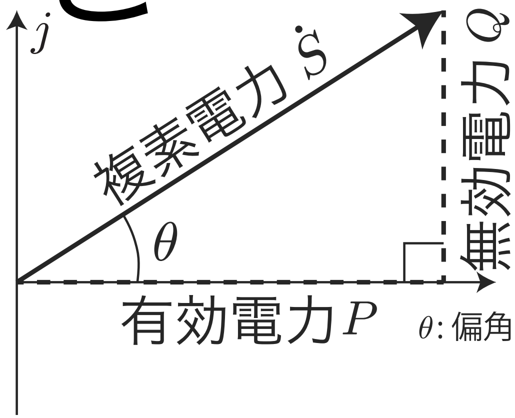
$$\dot{Z} = \frac{\dot{V}}{\dot{I}} = \frac{112\angle 26.6^\circ}{5\angle 53.1^\circ}$$

$$= 22.4\angle -26.5^\circ [\Omega] = 20 - j9.99 [\Omega]$$

$$\dot{Y} = \frac{1}{\dot{Z}} = \frac{1}{22.4\angle -26.5^\circ}$$

$$= 44.6 \times 10^{-3} \angle 26.5^\circ [S] = 40.0 - j19.9 [mS]$$

例題4.7 解答例つづき



複素電力は $\dot{S} = \dot{V}\bar{\dot{I}}$ を用いると

$$\dot{S} = \dot{V}\bar{\dot{I}} = 112\angle 26.6^\circ \times 5\angle -53.1^\circ$$

$$= 560\angle -26.5^\circ [VA] = 501 - j250[VA]$$

となり、有効電力 P、無効電力 Q、皮相電力 S は

$$P = 501[W]$$

$Q = 250[var]$(※ 虚部が負の値であったため容量性)

$$S = |\dot{S}| = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{501^2 + 250^2} = 560[VA]$$